



# **Herbicidresistenssituationen i Europa**

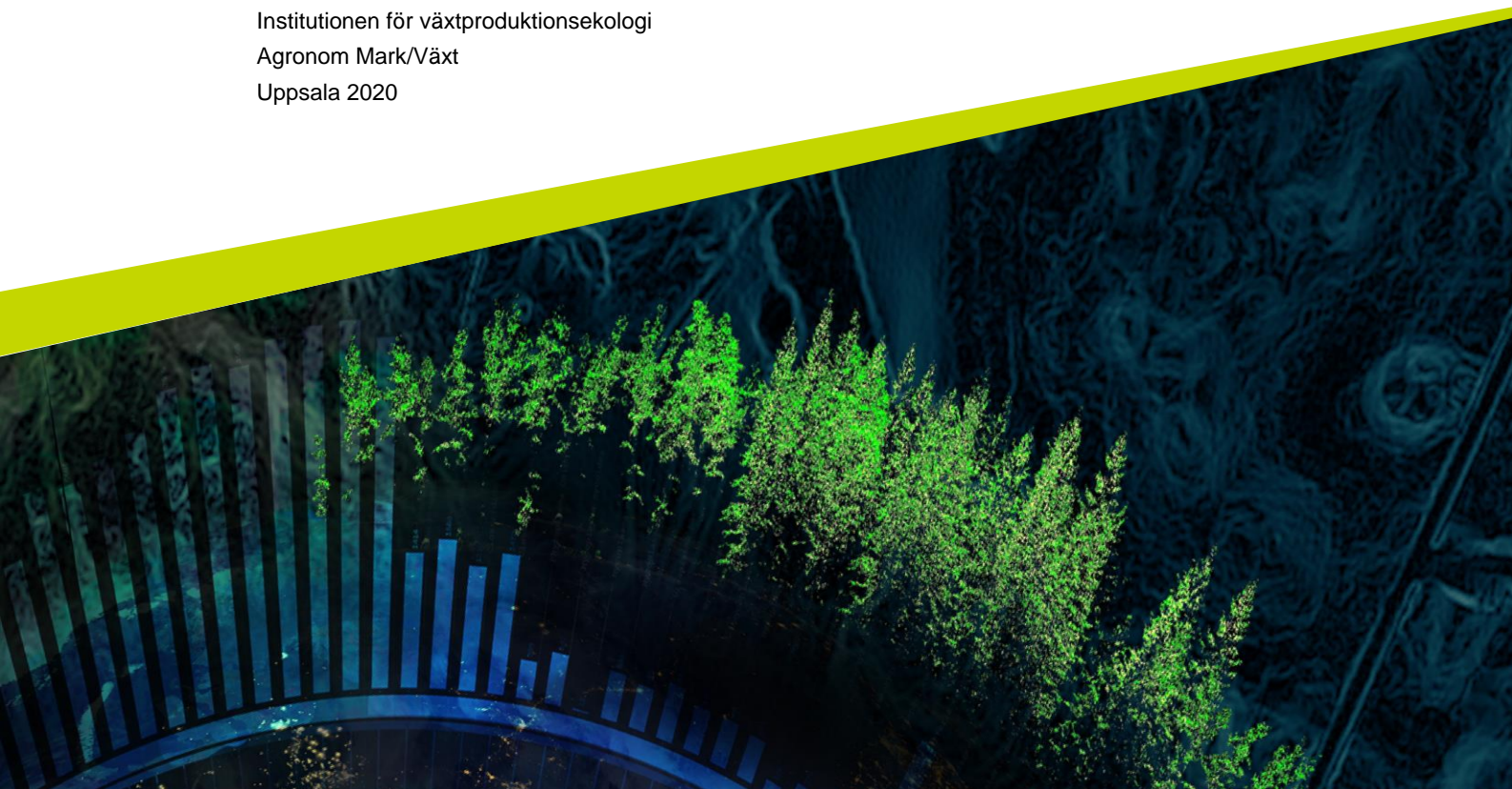
## **– Ogräs, historia och verkningsmekanismer**

---

*The herbicide resistance situation in Europe – Weeds, history and mechanisms of action*

Emma Brihall

Självständigt arbete 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för växtproduktionsekologi  
Agronom Mark/Växt  
Uppsala 2020





# Herbicidresistenssituationen i Europa – Ogräs, historia och verkningsmekanismer

*The herbicide situation in Europe – Weeds, history and mechanisms of action*

Emma Brihall

**Handledare:** Theo Verwijst, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi  
**Bitr. handledare:** Rikard Andersson, Jordbruksverket  
**Examinator:** Robert Glinwood, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i biologi  
**Kurskod:** EX0894  
**Program/utbildning:** Agronom Mark/Växt  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för Växtproduktionsekologi

**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2020  
**Omslagsbild:** SLU

**Nyckelord:** Europa, Herbicider, Herbicidresistens, Ogräs, Verkningsmekanismer

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för Växtproduktionsekologi



## Sammanfattning

Världens befolkning ökar och mer mat måste kunna produceras i framtiden. För att uppnå detta mål har lantbrukare sen andravärldskriget använt sig av herbicider för att öka kvalitet och avkastning på sina skördar. Detta har använts obekymrat och nya herbicider och verkningsmekanismer har utvecklats fram till 80-talet. Till en början ansågs inte herbicidresistenta ogräs utgöra något större hot. Det kom hela tiden ut produkter med nya verkningsmekanismer som kunde användas för att kontrollera resistenta populationer. När inga nya verkningsmekanismer kom ut på marknaden och resistensen fortsatte att öka minskade antalet herbicider som kunde användas för att bekämpa dessa ogräs. Herbicidresistens är en genetiskt nedärvd förmåga som gör att ogräs inte längre påverkas av den verksamma substansen. Det finns olika sorters resistenser, target-site- och metabolisk resistens. För att ett ogräs ska klassas som resistent finns det vissa krav det ska uppfylla. Herbicide Resistance Action Committee (HRAC) är en global organisation som samlar in data om resistenta ogräs. De har delat in alla verkningsmekanismer i klasser för att lättare kunna skilja dem åt. De olika verkningsmekanismerna används till olika typer av ogräs i olika grödor.

Fokus i detta arbete har varit på utvecklingen av herbicidresistens i Nordeuropa. De länder som har granskats är Sverige, Norge, Danmark, Storbritannien, Tyskland och Frankrike. Alla dessa länder har problem med resistenta ogräs men det skiljer sig i vilka arter och mot vilka verkningsmekanismer. Det finns vissa likheter beroende på klimat och vilka grödor som är vanliga att odla. Även ogräsfloran ser olika ut i de olika länderna. Ogräsen svinmålla (*Chenopodium album*), renkavle (*Alopecurus myosuroides*) och åkerven (*Apera spica-venti*) är exempel på ogräs som har resistenta populationer i många europeiska länder. Det finns också skillnader mellan ogräsen mot vilka verkningsmekanismer de utvecklar resistens mot. Renkavle är det ogräset som anses av många vara det besvärligaste ur resistenssynpunkt. Det återfinns inte bara i många länder utan det utvecklar även resistens mot många olika verkningsmekanismer.

För att få en helhetsbild av situationen i Europa har de olika aspekterna av historia, verkningsmekanismer, ogräs och ländernas generella jordbruk beaktats. Utifrån dessa aspekter kan slutsatsen dras att det finns flera faktorer som spelar in för utvecklingen av herbicidresistens. Påverkande faktorer är landets generella jordbruk, vilka grödor som odlas och är ekonomiskt hållbara och hur den generella växtföljden ser ut. Just nu finns det ingen fullständig sammanställning om vilka ogräsarter som har uppvisat resistens. Organisationen Weed Science ([Weedscience.org](http://Weedscience.org)), vars data som har använts i den här rapporten, har många arter listade. Det saknas fortfarande data men det byggs på allt eftersom herbicidresistensen sprider sig och identifieras.

**Nyckelord:** Europa, Herbicider, Herbicidresistens, Ogräs, Verkningsmekanismer

## Abstract

The world's population is growing and we must increase our production to provide food for all. To reach this goal, farmers worldwide since the Second World War used herbicides to increase their yields. They have used herbicides unconcerned of the risks of developing resistance because new mechanisms of action were continuously developed until the 80s. Initially, herbicide resistant weeds were not seen as a problem due to new products. These new products could regulate herbicide resistant populations. When no new mechanisms of action were discovered and herbicide resistant weeds continued to increase, fewer products could be used to kill these weeds. Herbicide resistance is a genetically inherited ability of weeds to be able to survive the herbicide. There are mainly two kinds of resistance, target-site resistance and metabolic resistance. For weeds to classify as resistant there are some requirements to be fulfilled. Herbicide Resistance Action Committee (HRAC) is a global organisation that collects data about herbicide resistant weeds. They have a system where they divided all mechanisms of action to different groups so they can easily be separated. The different mechanisms of action are used against different weeds in different crops.

The main aim of this work was to look at the herbicide resistance development in the northern part of Europe. The countries that have been reviewed are Sweden, Norway, Denmark, United Kingdom, Germany and France. All these countries have a problem with resistant weeds but they differ with regard to species and mechanisms of action for which species are resistant. There are some similarities between countries depending on climate and crops and the weeds that are common in the respective countries. Examples of weeds that have resistant populations in many European countries are lambsquarters (*Chenopodium album*), black grass (*Alopecurus myosuroides*) and silky-bent grass (*Apera spica-venti*). Black grass is the most difficult herbicide resistant weed in Europe. It occurs in numerous countries and has developed resistance to many different mechanisms of action.

To get a general picture of the situation in Europe, the different aspects of history, mechanisms of action, weeds and the countries general agriculture have been considered. Based on these aspects the conclusion can be drawn that there are several factors that are important for the development of herbicide resistance. Influencing factors are the countries general agriculture, what crops that are commonly cultured and economically important, and crop rotation. There is no complete overview of herbicide resistant weeds. The organisation Weed Science ([weedsience.org](http://weedsience.org)), whose data have been used in this report, has numerous species listed. There are still missing data but these are extended continuously as herbicide resistant weeds are identified and reported.

**Keywords:** Europe, Herbicides, Herbicide resistance, Mechanisms of action, Weeds

# Innehållsförteckning

<b>Tabellförteckning .....</b>	<b>9</b>
<b>Ordlista .....</b>	<b>10</b>
<b>1. Inledning.....</b>	<b>11</b>
1.1. Syfte.....	12
1.2. Avgränsningar .....	12
<b>2. Metod .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Kemisk ogräsbekämpning.....</b>	<b>14</b>
3.1. Historia.....	14
3.2. Utveckling av herbicidresistens .....	15
<b>4. Herbicidresistens .....</b>	<b>17</b>
4.1. Definition av herbicidresistens .....	17
4.2. Verkningsmekanismer .....	18
4.2.1. ACC (Acetyl koenzym A Carboxylase) .....	18
4.2.2. ALS (acetolactatesyntes).....	18
4.2.3. Fotosyntes .....	19
4.2.4. EPSP (enolpyruvylshikimate 3-fosfat syntas).....	19
4.2.5. Tillväxthormon - Auxin .....	19
4.2.6. Övriga processer.....	20
<b>5. Herbicidresistens i Nordeuropa .....</b>	<b>21</b>
5.1. Sverige.....	21
5.2. Norge .....	21
5.3. Danmark .....	22
5.4. Storbritannien .....	22
5.5. Tyskland .....	22
5.6. Frankrike.....	23
5.7. Övriga länder .....	23
<b>6. Resistensutveckling hos de viktigaste ogräsen .....</b>	<b>24</b>

6.1.	Örtogräs.....	24
6.1.1.	Baldersbrå ( <i>Tripleurospermum perforatum</i> ) .....	24
6.1.2.	Blåklint ( <i>Centaurea cyanus</i> ).....	24
6.1.3.	Kamomill ( <i>Matricaria recutita</i> ) .....	24
6.1.4.	Kanadabinka ( <i>Conyza canadensis</i> ) .....	25
6.1.5.	Kornvallmo ( <i>Papaver rhoeas</i> ) .....	25
6.1.6.	Nattskatta ( <i>Solanum nigrum</i> ) .....	25
6.1.7.	Pilört ( <i>Polygonum lapathifolium</i> ) .....	26
6.1.8.	Svinmålla ( <i>Chenopodium album</i> ).....	26
6.1.9.	Våtarv ( <i>Stellaria media</i> ) .....	26
6.2.	Gräsogräs.....	27
6.2.1.	Flyghavre ( <i>Avena fatua</i> ) .....	27
6.2.2.	Hönshirs ( <i>Echinochloa crus-galli</i> ) .....	27
6.2.3.	Rajgräs ( <i>Lolium spp.</i> ).....	27
6.2.4.	Renkavle ( <i>Alopecurus myosuroides</i> ).....	28
6.2.5.	Åkerven ( <i>Apera spica-venti</i> ) .....	28
<b>7.</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>29</b>
	<b>Slutsats .....</b>	<b>32</b>
	<b>Tack .....</b>	<b>33</b>
	<b>Referenser.....</b>	<b>34</b>
	<b>Bilaga.....</b>	<b>38</b>



## Tabellförteckning

Tabell 1. Arter i Sverige som är resistent.....	36
Tabell 2. Arter i Norge som är resistent.....	36
Tabell 3. Arter i Danmark som är resistent.....	37
Tabell 4. Arter i Storbritannien som är resistent.....	37
Tabell 5. Arter i Tyskland som är resistent.....	38
Tabell 6. Arter i Frankrike som är resistent.....	39

# Ordlista

---

ACC	Acetyl koenzym A Carboxylase. Grupp av herbicider
ALS	Acetolactatesyntes. Grupp av herbicider
Annuell	Ettårig växt
Herbicide	Kemiskt ogräsmedel
Herbicide resistens	Genetisk nedärvd motståndskraft mot herbicide. Ej förväxlas med tolerans
IPM	Integrated Pest Management
Kontaktverkande herbicide	Verkar där herbicide appliceras
MCPA	2-Metyl-4-klorfenoxiättiksyra. Herbicide som tillhör grupp O
Metabolisk resistens	Ökad förmåga att bryta ner herbicide
Ogräs	Växt som växer på oönskat ställe
Reducerad jordbearbetning	Plöjningsfritt och grundare jordbearbetning
Sommarannuell	Ettårig växt som gror på våren.
Systemiskt verkande herbicide	Verksamma ämnet transporteras i växten och verkar där med i hela växten
Target-site resistens	Punktmutation på gen som gör att det verksamma ämnet inte längre kan binda till målet.
Tolerans	Naturlig tolerans mot herbicide. Ej förväxlas med resistens
Vinterannuell	Ettårig växt som gror på hösten. Kan även gro på våren.

---

# 1. Inledning

Ogräs är gräs eller örter som växer där vi människor inte vill att de ska växa. Ogräs har varit ett problem ända sedan vi människor började odla grödor. Det samma gäller bekämpning av dem (Vats 2015). Ogräs är ett problem då de kan orsaka avkastningsförluster. Detta kan de göra genom att ta vatten, näring och utrymme från grödorna. Ogräs kan även vara värdväxter för vissa växtsjukdomar och skadegörare. De kan göra foder illasmakande eller till och med giftigt i större mängder. Exempel på sådana arter är korsört (*Senecio vulgaris*) eller nattskatta (*Solanum nigrum*). Ogräsfloran är anpassningsbar och förändras hela tiden. Vilka växter som blir ogräs beror på vilka grödor som odlas, klimatet i regionen, jordbearbetning och eller andra åtgärder (Fogelfors 2015). Det vanligaste sättet att bekämpa ogräs innan 1940-talet, då de första syntetiska herbiciderna kom ut på marknaden, var hackning. Efter andra världskriget förändrades lantbruket. Nya grödor, mineralgödsel och herbicider kommer öka avkastningen för lantbrukarna (Lundkvist 2014). Det vanligaste sättet att kontrollera ogräs bli nu med hjälp av herbicider.

Herbicider är kemiska medel som dödar växter. Det kommer från de latinska orden *herba* som betyder växt och *ci'da* som betyder dödare. Herbicider är kemiskt verksamma substanser vars mål är att bekämpa ogräs och ge den önskade grödan en konkurrensfördel (nationalencyklopedin 2020). Herbicider kan delas in på olika sätt. Ett sätt att dela in dem i är systematiska eller kontaktverkande herbicider. I de systematiska herbiciderna kan det verksamma ämnet transporteras inom växten och där med verka på flera ställen. I de kontaktverkande herbiciderna verkar det verksamma ämnet där det appliceras. Ett annat sätt att dela in herbicider på är om de är blad- eller jordherbicider (slu u.å). Herbicider delas även in efter verkningsmekanismer. Verkningsmekanismerna påverkar olika mål i växten som exempelvis fotosyntesen eller lipidsyntesen. De olika verkningsmekanismerna i sin tur har en eller flera verksamma substanser. Dessa substanser är den molekyl som, oftast, hämmar ett enzym vid verkningsstället. Verkningsstället kan exempelvis vara celldelningen eller fotosyntesen (Svenskt växtskydd u.å).

I och med nya effektiva sätt att bekämpa ogräs har dagens jordbruk blivit beroende av herbicider för att kontrollera ogräs. Detta har lett till att ogräs har börjat utveckla

resistenta populationer. Herbicidresistenta ogräs är ett stort problem i världen idag. Enligt HRAC finns det 262 arter av ogräs som är resistenta och 23 av 26 verkningsställen har någon gång inte haft någon verkan på grund av resistenta populationer. I Europa har det rapporterats om ca 80 arter av ogräs. I dagsläget finns det ingen sammanställning av hur situationen ser ut i Europa. Organisationen Weed Science ([weedsience.org](http://weedsience.org)) har som mål att samla in data om alla resistenta ogräs i världen men deras data är ofullständig.

I dagsläget ska alla länder som tillhör Europeiska unionen följa IPM (Integrated Pest Management). Det bygger på att lantbrukare i förebyggande åtgärder ska försämra förutsättningarna för både ogräs och skadegörare för att minska pesticidanvändningen (Jordbruksverket 2019).

## 1.1. Syfte

Syftet med detta arbete är att genom en litteraturstudie undersöka hur herbicidresistens ser ut i Nordeuropa. Detta kommer göras genom att beakta olika aspekter. Det kommer bland annat bli en genomgång hur herbicidresistens har sett ut historiskt och hur detta har påverkat läget i dagens Europa. Andra aspekter är verkningsmekanismerna och de viktigaste ogräsen biologi och resistensutveckling. Det kommer även bli en redogörelse för de olika länderna Sverige, Norge Danmark, Storbritannien, Tyskland och Frankrike och om deras generella jordbruk och arbete med herbicidresistens. Med dessa faktorer kan en helhetsbild göras som beskriver situationen. Målet med arbetet är att lantbrukare, rådgivare, studenter och forskare ska få ökade kunskaper kring herbicidresistens och hur arbetet mot resistensutveckling genomförs i Sverige och dess grannländer.

Frågeställningarna är följande

- Hur har den historiska användningen av herbicider påverkat dagens resistens?
- Hur ser herbicidresistenssituationen ut i Europa idag?

## 1.2. Avgränsningar

Arbetet har avgränsats genom att endast kolla på Nordeuropa och de viktigaste ogräsen i den regionen. De ogräs som tas upp är de ogräs som har klassats som resistenta av den internationella organisationen Herbicide Resistance Action Committee (HRAC). Fullständig lista med alla ogräsen för respektive land finns i bilagan.

## 2. Metod

Arbetet är en litteraturstudie. Bakgrundsfaktan har hämtats med hjälp av SLU biblioteks sökmotor Primo och Google Scholar. Sammanställningen av vilka ogräs som är resistenta mot vilka verkningsmekanismer i vilka länder kommer framför allt från weedscience.org men även från myndigheter och vetenskapliga artiklar. De sökord som använts för att hitta information har varit "Herbicide resistance", "mechanism of action", "History" och "Europe". Sökorden har även gjorts mer specifika beroende på vilken verkningsmekanism, land eller ogräs som har stått i fokus. Alla sökningar har gjorts på engelska för att förhindra ett sverigeperspektiv. De olika delarna har hanterats separat för att i diskussion och slutsatsen diskutera hur de hänger samman.

## 3. Kemisk ogräsbekämpning

### 3.1. Historia

Människan har använt sig av kemiska bekämpningsmedel sedan slutet av 1800-talet. Ett av de första preparaten som användes var järnsulfat,  $\text{FeSO}_4$ . Denna herbicid var icke-selektiv och krävde höga doser (slu u.å). I Sverige kunde detta medel öka skörden med 400kg/ha. Från och med 1920-talet användes en 2–3 procentig svavelsyralösning som var en icke-selektiva kontaktherbicer där det även där krävdes höga doser (Fogelfors 2015). Anledningen till att kemiska preparat blev alltmer angelägna under andra hälften av 1900-talet var på grund av urbaniseringen där allt fler människor flyttade in till stan från landsbygden. Även efter andra världskriget ansågs det att matförsörjningen var en viktig del i samhället och att produktionen var tvungen att öka (Matthews 2018). På 1940-talet tillverkades de första organiska herbiciderna som var syntetiska auxin-herbicer. De var billigare och mer effektiva vid låg dos än något av de tidigare preparaten (Busi et al. 2018). Dessa herbicer användes starkt under 50 och 60-talet (Shaner 2014). Några exempel på de tidigaste auxin-preparaten är MCPA och 2,4-D (Fogelfors 2015). Under 50- och 60-talet tillkom preparat med verkningsmekanismer som båda direkt eller indirekt påverkade fotosyntesen (Matthews 2018). Under 80-talet kom ALS- och ACC-hämmande herbicer som fick stor spridning i världen, se rubrik 4.2 för förklaring (Shaner 2014). Under 70-talet kom glyfosat ut på marknaden men det var inte förens under 90-talet som det fick sitt stora genombrott då länder som USA, Brasilien och Argentina började använda glyfosatresistenta grödor. Detta gjorde att de kunde applicera herbiciden direkt på grödorna utan att de tog skada (Nandula 2010). Därifrån kommer glyfosat att bli det mest använda preparatet mot ogräs. Ett exempel är Tyskland där användningen av glyfosat har ökat med mer än 500% från 1990 fram till 2018. Glyfosat användningen ökade även när många lantbrukare gick över till reducerad jordbearbetning. Där används glyfosat för att kontrollera ogräs då plöjning eller annan jordbearbetning inte längre är möjlig (Wiese et al. 2018).

## 3.2. Utveckling av herbicidresistens

Det första inrapporterade fallet av herbicidresistens kom år 1957 i Ontario, Kanada, och var av arten vildmorot (*Daucus carota ssp. sylvestris*). Det var dock mycket ovanligt med herbicidresistens vid denna tid och kommer dröja ända till 1965 innan nästa fall av resistens upptäcktes (Shaner 2014). Det var inte förens år 1968 som det första, vad som då, ansågs vara det första allvarliga fallet av herbicidresistens. Den återfanns i en population av korsört (*Senecio vulgaris*) som då hade blivit resistent mot triaziner, en fotosystem II hämmare (Prather et al. 2000). Det gick dock att använda andra verkningsmekanismer för att kontrollera population (Shaner 2014). Detta gjorde att forskarna mellan 60- och 80-talet inte var oroliga över resistensproblem bland ogräs då de ansåg att användningen av andra mekanismer var tillräckligt för att kontrollera problemet. Mellan år 1970-1980 rapporterades totalt 41 fall av resistent populationer i världen där majoriteten var triazinresistens (Shaner 2014). Det var inte endast användningen av andra produkter som gjorde att forskare inte oroade sig över herbicidresistens. De drog paralleller med insekticidresistens, som då ansågs vara ett mycket större problem eftersom insekter har en kortare livscykel än växter och därmed orsakar större problem. Under en 15 års period mellan 1980–1995 går det från 41 rapporterade fall till 191. En anledning till denna ökning var att antalet verkningsmekanismer på marknaden hade blivit fler, bland annat ACC- och ALS-hämmare (Shaner 2014; Vats 2015). ALS-hämmarna är den grupp av herbicider som det har rapporterats flest resistent fall mot. Det tog bara fyra år för denna grupp av herbicider att utveckla det första fallet av resistens (Prather et al. 2000). Det är även under denna period som multiresistenta ogräs upptäcks. Det är ogräs som är resistent mot två eller flera olika verkningsmekanismer. När ACC- och ALS-hämmare kom ut på marknaden användes dessa för att kontrollera ogräsen som blivit resistent mot andra preparat. Detta var den vanligaste metoden för att bekämpa herbicidresistent ogräs, att använda nya verkningsmekanismer. De första rapporterade fallen av ACC-resistens uppkom under 90-talets andra hälft (Shaner 2014). Glyfosat kom ut på marknaden redan på 70-talet men det var inte förens på 90-talet som den fick sitt stora genombrott. Många ansåg att det inte kunde utvecklas resistens mot glyfosat men år 1996 upptäcktes det första glyfosatresistent ogräset, styvrep ( *Lolium rigidum* ) i Australien (Nandula 2010).

Shaner (2014) har listat fem punkter som är viktiga att ta med sig från historien.

1. Det går inte längre att endast använda sig av herbicider för att kontrollera ogräs. Även om det används olika verkningsmekanismer kommer det att selekteras fram resistent populationer.

2. Enfaldiga åtgärder håller inte i längden. Historiskt sett, när det har kommit en ny verkningsmekanism har det löst problemet tillfälligt. Ett exempel på detta var när ALS-hämmare kom ut på marknaden.
3. Det är viktigt att jobba i förebyggande syfte för att försvåra etableringen av ogräsen.
4. Det ska vara lätt för lantbrukarna att följa råden som ges och det ska inte ta extra tid för dem att följa dem.
5. Herbicidresistens kommer aldrig att elimineras. Det kommer bara att kunna kontrolleras.



## 4. Herbicidresistens

### 4.1. Definition av herbicidresistens

För att en population av ogräs ska klassas som resistent mot en verkningsmekanism är det vissa krav de måste uppfylla. De ogräs och vilka verkningsmekanismer de visar resistens gentemot har uppfyllt HRAC:s krav som listas nedan (HRAC 2020).

1. Ogräset ska vara resistent och inte tolerant mot herbiciden. Växter kan vara naturligt toleranta mot herbicider. Det betyder att de naturligt har en högre tolerans gentemot den herbiciden utan att ha selekterats fram genom användning.
2. Resistensuppkomst ska ha bekräftats genom att använda sig av lämpliga vetenskapliga metoder och protokoll som HRAC utvecklat. Det som rekommenderas är ett kontrollerat försök där den misstänkt resistent ogräset testas. För att en population ska klassas som resistent enligt HRAC ska det misstänka fallet överleva vid rekommenderad dos.
3. Resistensen ska vara nedärvd. Det ska därmed i bästa fall testas i tre generationer.
4. Ogräset ska ha en påtaglig negativ inverkan på fältet. Ogräspopulationen ska utgöra ett problem för lantbrukaren när den ska bekämpas.
5. Plantan ska klassas som ett ogräs och ska kunna identifieras på art nivå.
6. Ogräs som uppvisar resistens från avsiktlig eller artificiell selektering räknas inte som herbicidresistent.

Det finns framför allt två olika sorters resistens, target-site resistens och metabolisk resistens. Target-site resistens uppkommer då en punktmutation sker på en gen som kodar för målet för herbiciden. Detta gör att herbiciden inte längre kan binda till målet. Dessa sorters resistens sker relativt fort och kan, men behöver inte, ha en negativ påverkan på växtens metabolism och tillväxt. Metabolisk resistens sker när

enzymer i växten bryta ner herbiciden. Det är inte lika känt vad som orsakar metabolisk resistens (Beckert & Dessaux 2016).

## 4.2. Verkningsmekanismer

År 1989 bildades organisationen Herbicide Resistance Action Committee (HRAC). Deras uppdrag var att sammanställa och utbyta information mellan länder om herbicidresistens. De utformade riktlinjer för hur olika resistent ogräs kan bekämpas i olika regioner (Shaner 2014). HRAC har klassificerat och systematiserat de olika verkningsmekanismerna i bokstäver för att lätt kunna skilja verkningsmekanismer från varandra (HRAC 2020). Här nedan kommer en genomgång av de vanligaste grupperna av verkningsmekanismer som uppvisat resistens i Europa.

### 4.2.1. ACC (Acetyl koenzym A Carboxylase)

ACC-hämmare tillhör HRAC-grupp A (HRAC 2020). Denna grupp av herbicider används främst för kontroll av gräsogräs (University of California u.å). ACC (Acetyl koenzym A Carboxylase) är ett enzym som medverkar i biosyntesen av fettsyror (Beckert & Dessaux 2016). Det är ett av de två största producenterna av lipider. Dessa lipider bygger i sin tur upp cellmembraner i växten. Växtens membran har viktiga funktioner som exempelvis skydd eller plats för elektrontransportkedjan. Vid användning av ACC-hämmare stoppas produktionen av dessa lipider och viktiga processer i växten kan inte längre utföras (Reade & Cobb 2010). Ogräs som är resistent mot dessa typer av herbicider har i de flesta fall ökad metabolism mot den verksamma substansen. Det förekommer även populationer med target-site resistens. Det finns exempel på att metabolisk resistens kan påverka att vissa plantor får en sämre reproduktion. Target-site resistens har inte haft någon påvisad effekt av detta (Beckert & Dessaux 2016).

### 4.2.2. ALS (acetolactatesyntes)

ALS (acetolactatesyntes) klassas in av HRAC i grupp B och är den grupp av herbicider som uppvisar flest fall av resistens (HRAC 2020). Herbicider i denna klass kan användas både till gräsogräs och örtogräs (University of California u.å). ALS är ett enzym som medverkar vid biosyntesen av aminosyror valin, leucin och isoleucin (Babineau et al. 2017). Inom klass B är de olika verksamma substanserna i sin molekylära struktur ganska olika varandra men de binder alla till samma verkningsställe (Reade & Cobb 2010). År 2016 fanns det 22 stycken target-site resistenser som har muterats fram hos ogräs. Dessa mutationer ger inga metaboliska förluster för växten. Det förekommer även fall med metabolisk

resistens. Anledningen till ALS-hämmare har många fall av resistens är för att genen som kodar för ALS muteras lätt (Beckert & Dessaux 2016).

#### 4.2.3. Fotosyntes

Fotosynteshämmande herbicider fungerar på två sätt. Antingen direkt där de hämmar ett steg i ljusprocessen, eller indirekt genom att påverka pigmentbildningen i bladen (Fogelfors 2015). De fotosynteshämmarna som påverkar direkt delas sedan in ytterligare enligt HRAC:s system, C1, C2, C3 och D. De vanligaste av dessa herbicider som ogräs kan utveckla resistens mot är C1 och C2. Herbicider som klassas in till D påverkar fotosystem 1 och ljusreaktionen medans de som klassas in till C påverkar fotosystem 2 och Calvencykeln (Fogelfors 2010). Herbicider som klassas in till C används framförallt på örtogräs men även på vissa gräsogräs. Klass C herbiciderna inhiberar ett protein som blockerar elektrontransportkedjan. Detta leder till att reaktiva molekyler bildas som skapar en kedjereaktion som slutar med att lipidmembran bryts ned och cellens organeller torkar ut. Anledningen till att de har delats in i C1, C2 och C3 är för att de alla inhiberar på olika ställen på proteinet (University of California u.å). Vid resistens mot klass C herbicider har det skett en mutation på proteinet som gör att herbiciden inte längre kan binda till det (Beckert & Dessaux 2016).

#### 4.2.4. EPSP (enolpyruvylshikimate 3-fosfat syntas)

EPSP (enolpyruvylshikimate 3-fosfat syntas) är ett enzym som är involverad i biosyntesen av de aromatiska aminosyrorna phenylalanine, tryptophan, tyrosine och andra aromatiska föreningar (Tahmasebi et al. 2018). Enligt HRAC:s system tillhör EPSP-hämmare grupp G (HRAC 2020). EPSP-herbicider är icke selektiva vilket betyder att de kan användas till både gräs- och örtogräs. Vid resistens mot EPSP är det ofta flera olika mekanismer som arbetar tillsammans. Den vanligaste resistensen är target-site resistens. (Beckert & Dessaux 2016).

#### 4.2.5. Tillväxthormon - Auxin

Herbicider av auxin-typen klassas in i grupp O (HRAC 2020). Auxin är ett växthormon som finns naturligt i växter. Det fungerar som en budbärare och koordinerar växtens tillväxt och utveckling. De olika koncentrationerna av växthormoner är viktigt då det signalerar till växten vart i tillväxten den befinner sig i (Fogelfors 2015). Herbicider i denna grupp används främst för att kontrollera örtogräs i stråsäd (University of California u.å). Auxin förekommer naturligt i en låg och kontrollerad koncentration i växter vilket leder till att när auxin appliceras som herbicid kan koncentrationen öka 1000 gånger. Detta leder till att de olika signalerna blir överlastade. Växten dör av auxinöverdosen som ger en okontrollerad

tillväxt (Reade & Cobb 2010). Vid resistens av verkningsmekanism O finns det både target-site- och metabolisk resistens rapporterat (Busi et al. 2018).

#### 4.2.6. Övriga processer

Cellulosa inhibitorer. Tillhör HRAC grupp L. Denna grupp av herbicider inhiberar syntesen av cellulosa (Sabba 1999) och stoppar utvecklingen av rottopparna. Dessa herbicider kan användas på vissa groende örtogräs och gräsogräs (University of California u.å).

Lipidsyntes inhibitorer. Tillhör HRAC grupp N. De används främst på gräsogräs men även på vissa örtogräs. De är oftast jordherbicider då de är flyktiga i luft. De inhiberar processer i syntesen av fettsyror och lipider i skotten (University of California u.å).

Mikrotubuli inhibitorer. Tillhör HRAC-grupp K1. Används för att kontrollera annuella gräsogräs och vissa örtogräs. Dessa herbicider påverkar de framväxande skotten då de inhiberar mikrotubuli så celledningen inte kan ske (Morejohn 1987; University of California u.å).

Långkedjade fettsyrsyntes inhibitorer. Tillhör HRAC-grupp K3. Dessa herbicider används till annuella gräsogräs och småfröiga örtogräs. De inhiberar långkedjade fettsyrsyntesen. Dessa herbicider påverkar gräs- och örtogräsen olika. De påverkar oftast före uppkomst (University of California u.å).

Karotenoid inhibitorer. Tillhör HRAC-grupperna F. Dessa herbicider används främst till örtogräs men även vissa gräsogräs (University of California u.å). De fungerar som indirekta fotosynteshämmare där de blockerar enzymer som bildar karoten. Karotenoider skyddar klorofyllet från UV-ljus men det skyddar även klorofyllet mot reaktiva syreradikaler. Utan detta skydd bryts klorofyllet ned (Reade & Cobb 2010).

Okänd verkningsmekanism. Dessa herbicider samlas under HRAC-grupp Z. Denna grupp av herbicider innehåller olika sorters verkningsmekanismer som inte har känd verkan. Dessa herbicider används på olika ogräs (University of California u.å).

## 5. Herbicidresistens i Nordeuropa

### 5.1. Sverige

I Sverige odlas det ungefär lika stora proportioner vall som spannmål. År 2016 hade Sverige även den näst högsta procenthalten ekologisk jordbruksareal i Europa (jordbruksverket u.å). Det finns tolv arter av ogräs som har uppvisat resistens, två gräsogräs och tio örtogräs (Jordbruksverket 2020b), se tabell 1 i bilaga för alla arter och verkningsmekanismer. Av dessa ogräs är det renkavle (*Alopecurus myosuroides*) som anses utgöra det största problemet. I Sverige har renkavle rapporterats resistent mot verkningsmekanismerna A, B och N (Jordbruksverket 2020b). Det har även rapporterats om renkavle som är multiresistent mot A+B+N (weedscience 2020). I Sverige ska alla som ska hantera pesticider genomgå en utbildning vart femte år. Detta görs för att få en hållbar och säker användning av herbicider (Jordbruksverket 2020a).

### 5.2. Norge

Norge har elva arter av ogräs som är inrapporterade med resistent populationer (weedscience 2020). Av dessa är ett gräsogräs och tio örtogräs, se tabell 2 i bilagan för fullständig lista. Norge är ett av få länder i Europa som inte har populationer med resistent renkavle. De har andra arter av ogräs som skiljer landet från kontinentaleuropa, exempel på arter är Svinmolke (*Sonchus asper*) och Åkerspärgel (*Spergula arvensis*) (weedscience 2020). Skillnaden på arter beror delvis på att Norge i större utsträckning har djurproduktion och därmed har mycket mer vall i växtföljden (Stokstad & Puschmann 2018). I Norge behövs ett intygsbevis för genomförd kurs vid köp eller användning av herbicider som behöver förnyas vart tionde år (Mattilsynet 2015). Även om Norge inte är medlemmar av Europeiska unionen finns det direktiv för att använda IPM (Landbruks- og matdepartementet 2016).

### 5.3. Danmark

Danmarks jordbruk är mer likt det som återfinns på kontinentaleuropa än i Sverige och Norge. De grödor som odlas mycket i Danmark är vete, korn och raps (Kraehmer 2016). Ett resistent ogräs som anses utgöra ett stort problem är renkavle (*Alopecurus myosuroides*). År 2015 fanns det 53 bekräftade fall i Danmark men den riktiga siffran förmodas vara mycket högre (Keshtkar et al 2015). Det har hittats populationer med multiresistens mot A+B (weedscience 2020). För att få bukt med problem med resistent ogräs uppmanas lantbrukare i Danmark, att tillämpa IPM, varierad växtföljd, plöjning och senare sådd av höstsäd (Keshtkar et al 2015). Utöver renkavle finns det sju andra arter av ogräs som har rapporterats resistent varav tre gräsogräs och fyra örtogräs, se tabell 3 i bilagan för en fullständig lista på alla arter (weedscience 2020). Från och med 1 juli 2020 behöver alla som ska hantera herbicider en utbildning och registreras i den danska miljöskyddsverkets databas. Detta intyg kommer behövas för att få köpa herbicider. Tidigare har det funnits sprutintyg för lantbrukarna men det har inte haft någon rättslig påföljd om reglerna bryts. Anledningen till det nya systemet är för att EU kräver att all användning och inköp av bekämpningsmedel ska ske av personer med utbildning och tillstånd (Miljøstyrelsen 2020).

### 5.4. Storbritannien

I Storbritannien dominerar spannmålsodling, främst vete och korn (jordbruksverket u.å). Storbritannien har 18 arter av ogräs som har resistent populationer varav fem tillhör gräsogräs och tretton tillhör örtogräs, se tabell 4 i bilagan för en fullständig lista på alla arter och vilka verkningsmekanismer de är resistent mot (weedscience 2020). Redan på 80-talet förutspådde forskare att Storbritannien skulle få herbicidresistent ogräs. Anledningen till att inga åtgärder sattes in var på grund av att de trodde att nya verkningsmekanismer skulle lösa problemet (Chancellor & Froud-Williams 1986).

### 5.5. Tyskland

Tyskland har 22 olika arter av ogräs som har uppvisat resistens. Av dessa är det sju gräsogräs och 15 örtogräs, se tabell 5 i bilagan för fullständig lista på alla arter och vilka verkningsmekanismer de är resistent mot (weedscience 2020). I Tyskland är det främst vete som odlas och på andra plats korn. Det är ett effektiviserat och mekaniserat jordbruk. I Tyskland används glyfosat systematiskt för att kontrollera andra resistent ogräs som renkavle (*Alopecurus myosuroides*) eller åkerven (*Apera spica-venti*) (Wiese et al. 2018) som båda har resistent populationer i landet

(weedscience 2020). Enligt en lantbrukare i Tyskland finns det inget intresse för ekologiska produkter hos de tyska konsumenterna (Gianuzzi 2018).

## 5.6. Frankrike

Frankrike är det land med störst jordbruksareal i EU. Det odlas först och främst spannmål men även vall och andra grönfoderväxter (jordbruksverket u.å). År 2010 var Frankrike den fjärde största användaren av pesticider i världen (Chauvel 2012). Frankrike har ett diversifierat lantbruk där det antingen går åt att vara storskaligt eller smalt och nischat. Det finns också en trend att övergå till ekologiskt (Trenning-Himmelsbach 2018). Frankrike är det land i Europa som har flest arter inrapporterade som resistent, 38 stycken (weedscience 2020). De har på agendan att förbjuda glyfosat två år tidigare än EU (Trenning-Himmelsbach 2018). Frankrike har ökat sin areal där reducerad jordbearbetning tillämpas. Växtföljden har blivit mindre viktig då pesticider gör det möjligt att undkomma problem. De ekonomiskt viktigaste grödorna i Frankrike är vete, raps och majs. En anledning till att Frankrike har drabbats hårt av herbicidresistens är på grund av deras ensidiga växtföljd (Beckert & Dessaux 2016).

## 5.7. Övriga länder

Medelhavsländerna har andra ogräs, annat klimat och kan odla andra grödor i jämförelse med övriga Europa (Sansom et al. 2013). Men fortfarande är stråsäd, raps och majs viktiga grödor (Kraehmer 2016). De har generellt fler arter som har uppvisat resistens mot glyfosat, vilket kan härledas till att de har perenna grödor som vin- och olivodlingar (Kraehmer 2016).

## 6. Resistensutveckling hos de viktigaste ogräsen

### 6.1. Örtogräs

#### 6.1.1. Baldersbrå (*Tripleurospermum perforatum*)

Baldersbrå är en ettårig vinterannuell ört som gror i första hand på hösten men även på våren. Den trivs i ettåriga höstsådda grödor som exempelvis höstsäd eller höstoljeväxter. Eftersom den även kan gro på våren kan den även förekomma i vårsäd och våroljeväxter. Den är mindre förekommande i flerårig vall (Lundkvist 2014). Resistenta populationer av baldersbrå finns rapporterade i norra Europa. Det är mindre spridning av resistens på kontinentaleuropa där den har rapporterats i Polen, Frankrike och Storbritannien. Det finns inga inrapporterade fall i medelhavsländerna. Baldersbrå har endast visat resistens mot verkningsmekanism B, ALS-hämmare (Ulber 2014; weedscience 2020).

#### 6.1.2. Blåklint (*Centaurea cyanus*)

Blåklint är en ettårig vinterannuell ört som gror på hösten (Lundkvist 2014) men den kan även gro tidigt på våren (slu u.å). Den förekommer mestadels i höstsådda grödor men även i vårsådda och är mindre vanlig i vall (Lundkvist 2014). Resistent blåklint är ett stort problem i framför allt Polen. Där har den uppvisat resistens mot verkningsmekanism B (Saja et al. 2016, Adamczewski et al. 2010) men också verkningsmekanism O (weedsceience 2020). Det förekommer även fall i Sverige där blåklint har rapporterats resistent mot verkningsmekanism B (Jordbruksverket 2020b).

#### 6.1.3. Kamomill (*Matricaria recutita*)

Kamomill är en ettårig vinterannuell ört. Den gror både på höst och vår. Den återfinns mestadels i höstsådda grödor och förstaårsvallar (slu u.å). Kamomill förekommer som ogräs i hela Europa (naturhistoriska riksmuseet 2017). Resistent



kamomill återfinns i Norge och Sverige. Resistent populationer är inte lika utbredda på kontinentaleuropa där det endast är länderna Belgien, Polen och Tyskland som har rapporterat. I alla de rapporterade fallen har det rört sig om resistens mot verkningsmekanism B (weedscience 2020).

#### 6.1.4. Kanadabinka (*Conyza canadensis*)

Kanadabinka är en sommarannuell ört som kan gro från vår till höst. Den är anpassningsbar och kan växa i många olika sorters jordar och system (Sansom et al. 2013). Fröna är ljusgroende och långlivade. De kan överleva 5 år eller mer i jorden (slu u.å). Kanadabinka anses vara ett av de mest problematiska ogräsen. Den stimuleras av jordbearbetning och plöjningsfria system (Tahmasebi et al. 2018). Kanadabinka växer både i annuella- och perenna grödor. Perenna grödor kan var äpple- eller olivodlingar (Sansom et al. 2013). Resistent kanadabinka förekommer både på kontinentaleuropa, Storbritannien och medelhavsområdet. Vilken verkningsmekanism som den är resistent mot beror på vilket land och region den växer i, se bilagan. I medelhavsområdet är det framförallt resistent mot verkningsmekanism G men även C1 (Tahmasebi et al. 2018; weedscience 2020). På kontinentaleuropa är den framförallt resistent mot C1 men även D, C2, B och G (weedscience 2020).

#### 6.1.5. Kornvallmo (*Papaver rhoeas*)

Kornvallmo är en ettårig vinterannuell ört (Lundkvist 2014). Fröna gror på hösten och är långlivade, 5 år eller mer. Den förekommer främst i höstsådda grödor som höstoljeväxter eller höstsäd (slu u.å). Kornvallmo är inte det ogräs som har störst spridning av resistent populationer men är det vanligaste örtogräs i höstveten på kontinentaleuropa och vid medelhavsområdet (Busi et al. 2018). Det som gör kornvallmon så problematiskt är att det kan ge stora skördeförluster (Marshall et al. 2010). Det förekommer även i norra Europa men utgör inte samma problem (Busi et al. 2018). De verkningsmekanismer som kornvallmo uppvisar resistens gentemot är B och O och multiresistens mot B+O (Busi et al. 2018; weedscience 2020). I Spanien har de påvisats alla tre, B, O, B+O (Torra et al. 2017).

#### 6.1.6. Nattskatta (*Solanum nigrum*)

Nattskatta är en sommarannuell ört som gror sent på våren eller på försommaren (slu u.å). Nattskattans frön kan ligga i marken i över tio år (Lundkvist 2014). Den har bra anpassningsförmåga och finns i hela Europa (Krstic 2002). Den har resistent populationer i sju länder på kontinentaleuropa, Belgien, Frankrike, Nederländerna, Polen, Schweiz, Tjeckien och Tyskland. Det finns även resistent nattskatta i Storbritannien (weedscience 2020). Den typ av resistens som har rapporterats är mot C1 (Ducruet & Ort 1988; weedscience 2020). Det har även

rapporterats resistent fall i Italien och Spanien vilket också är mot C1 (weedscience 2020).

#### 6.1.7. Pilört (*Polygonum lapathifolium*)

Pilört är en sommarannuell ört som gror på våren. Den orsakar problem i potatis och vårsådda grödor. Den trivs även bra i fuktiga och mullrika jordar. Där kan den orsaka större skördeförluster (slu u.å). De länder som har rapporterat om resistent pilört är Frankrike, Spanien, Tjeckien och Tyskland. I dessa länder har det endast rapporterats om resistent mot verkningsmekanism C1 (Deprado et al. 1995, weedscience 2020). Enligt jordbruksverket finns det även resistent populationer av pilört i Sverige. Dessa uppvisar resistent mot verkningsmekanism B (Jordbruksverket 2020b).

#### 6.1.8. Svinmålla (*Chenopodium album*)

Svinmålla är en sommarannuell ört som gror mellan april och augusti (Lundkvist 2014). Den är mycket anpassningsbar och fröna kan ligga i jorden i tjugo år. Den etablerar sig i vårsådda grödor men kan återfinnas i höstsådda grödor och vall (slu u.å). Svinmålla är det örtogräs som är vanligast i majs (Kraehmer 2016). Svinmålla är det resistent ogräset som har störst spridning i antal länder i Europa. Det finns resistent populationer i alla delar av Europa och i totalt 16 länder. På kontinentaleuropa, Storbritannien och medelhavsområdet har det endast rapporterats om resistens mot verkningsmekanism C1 (Aper et al. 2010, weedscience 2020). I de nordiska länderna är det dock lite mer spridning. I Finland har de resistent populationer mot verkningsmekanism B och i Norge C1 och C2 (weedscience 2020). I Sverige finns det resistent populationer mot B och C1 (Jordbruksverket 2020b) och Danmark har inga rapporterade fall (weedscience 2020).

#### 6.1.9. Våtarv (*Stellaria media*)

Våtarv är en vinterannuell ört som gror mellan april och november. Våtarv förekommer både i höstsådda och vårsådda grödor. Den förekommer även i vall (Lundkvist 2014). Våtarv anses vara ett av de viktigaste örtogräsen i jordbruket i Europa. Våtarv är svårbekämpat med andra metoder än med herbicider då det har en lång period när den kan gro (Marshall et al. 2010). Resistent våtarv återfinns i alla de nordiska länderna och även på kontinenten och Storbritannien. Det finns inga inrapporterade fall av resistens vid medelhavsområdena. Den är i nästan alla fall resistent mot verkningsmekanism B (Marshall et al. 2010; weedscience 2020). Undantagen är Storbritannien som även har populationer som är resistent mot O. Tyskland har även population som är resistent mot verkningsmekanism C1 (weedscience 2020).

## 6.2. Gräsogräs

### 6.2.1. Flyghavre (*Avena fatua*)

Flyghavre (*Avena fatua*) är ett ettårig sommarannuellt gräs. Den förekommer i både höstsådda och vårsådda grödor (Lundkvist 2014) men den trivs bäst i vårsådda. Flyghavre gror på våren och kan överleva upp till sex år i marken men kan överleva längre om marken är ostörd (slu u.å). Flyghavre är ett av de besvärligaste annuella ogräsen. Det har rapporterats om resistent populationer i hela världen (Keith et al. 2015). I Europa är det främst på kontinentaleuropa, Storbritannien och i Turkiet som det finns inrapporterade fall av resistent populationer (weedscience 2020). Den är främst resistent mot verkningsmekanism A och B (weedscience 2020; Yu et al 2013). I Storbritannien har det rapporterats om multiresistens mot tre verkningsmekanismer, A+B+Z (weedscience 2020).

### 6.2.2. Hönshirs (*Echinochloa crus-galli*)

Hönshirs är ett ettårigt sommarannuellt gräs (slu u.å). Hönshirs är ett stort problem i majs på kontinentaleuropa och medelhavsområdet och är ett mycket utbrett ogräs i dessa områden (Kraehmer 2016). De första fallen uppstod först runt medelhavsländerna där resistens mot verkningsmekanism A, B och C hittades på 80-talet (Prado & Franco 2004). Vad de olika populationerna är resistenserna mot beroende på vilket land. De verkningsmekanismer som det har hittats resistens mot är A, B, C1, C2, K1, L och O (Prado & Franco 2004; weedscience 2020). Länderna i kontinentaleuropa har flest fall av resistens mot B och C1 medans länderna runt medelhavet har mer förekommande av C2 men det förekommer även C1 och B. Det förekommer även populationer i Italien och Turkiet med multiresistens mot två verkningsmekanismer (weedscience 2020). Spanien har även hönshirs som är resistent mot verkningsmekanism O (Prado & Franco 2004).

### 6.2.3. Rajgräs (*Lolium* spp.)

När man pratar om rajgräs i Europa är det främst arterna engelskt rajgräs (*Lolium perenne*), italienskt rajgräs (*Lolium multiflorum*) och styvrape (*Lolium rigidum*) som har uppvisat resistens (weedscience 2020). I en underökning från 2003 rankade tolv länder de mest besvärliga resistent ogräsen och rajgräs hamnade på en andra plats (Moss et al 2007). Resistent populationer av rajgräsen är inte lika spridda som renkavle men uppvisar samma sorts multiresistens. I Spanien har glyfosatresistent populationer uppkommit då det användes som bekämpning i olivodlingar. Det är även ett vanligt ogräs i grödor som vete och raps i Frankrike, Italien, Spanien, Grekland och Storbritannien (Prado & Franco 2004). I alla de

nämnda länderna har minst en art av rajgräs utvecklat resistens. De verkningsmekanismer som det har utvecklats resistens mot är A, B, C2, G och K3. Även multiresistenta populationer har rapporterats (weedsience 2020).

#### 6.2.4. Renkavle (*Alopecurus myosuroides*)

Renkavle är ett ettårigt vinterannuellt gräs som gror i första hand på hösten (80%) men kan även gro på våren. Renkavlen frodas i höstsådda grödor. Den gynnas av reducerad bearbetning då groningen stimuleras av ljus (slu u.å). I en undersökning från 2003 rankades renkavle som det mest besvärliga herbicidresistenta ogräset i Europa (Moss et al 2007). En av de första fallen av resistent renkavle återfanns i Tyskland år 1983 (Prado & Franco 2004). Den återfinns i hela Europa och i 13 länder som har rapporterat in till Weed Science, se bilagan för exakta länder. Det som skiljer renkavlen från många av de andra ogräsen är att det har rapporterats många fall där populationerna är resistenta mot många olika verkningsmekanismer där det skiljer sig från land till land. Det förekommer även olika fall av multiresistens. Ett exempel är en population i Belgien som har ett bekräftat fall av multiresistens på fem olika verkningsställten vilket gör den populationen resistent mot A+B+C1+C2+K1. De verkningsmekanismer som har rapporterats in i Europa är, A, B, C1, C2, K1, K3 och N. Det finns även multiresistens mot två till fem verkningsmekanismer (weedsience 2020).

#### 6.2.5. Åkerven (*Apera spica-venti*)

Åkerven är ett ettårigt vinterannuellt gräs som gror på hösten. Det frodas bäst i höstsådda grödor men kan förekomma i vårsådd (Lundkvist 2014). Åkerven är ett vanligt ogräs i stråsäd och är spritt över hela världen (Henriet 2013). Det kan orsaka förluster upp mot 30% i höstveteavkastning. I Europa återfinns resistenta populationer på kontinentaleuropa, Storbritannien och norra Europa. Den vanligaste verkningsmekanismer som åkerven har uppvisat resistenta populationer mot är ALS-hämmare, B. Efter det C2 och A (Babineau et al. 2017). I Tyskland har det konstaterats fall med multiresistens mot alla tre verkningsmekanismerna (weedsience 2020).

## 7. Diskussion

Det vi kan se idag är en brist på nya verkningsmekanismer. Av de 26 som finns tillgängliga på marknaden har det utvecklats resistens mot 23 av dem någon gång (HRAC 2020). Historiskt har herbicidresistens inte uppfattats som ett problem. Strategin var att använda ett annat preparat med en annan verkningsmekanism för att kontrollera den resistenta populationen (Shaner 2014). Detta fungerade för att det kom ut nya produkter med nya verkningsmekanismer på marknaden. Detta kunde ses i litteratur från 80-talet (Chancellor & Froud-Williams 1986). När de första glyfosatresistenta grödorna började rapporteras började också medvetenheten om problemet att öka. Detta för att glyfosat ansågs som den sista, och på den tiden, den enda lösningen som behöves. Shaner (2014) menar på att det är viktigt att vi lär oss av historien och att vi inte upprepar misstagen för att förhindra att fler populationer utvecklar resistens. Det är viktigt att vi använder de herbicider vi har kvar med omtanke. Att de används med rekommenderad dos mot rätt sorts ogräs, i rätt stadie i ogräsen utvecklingsfas (jordbruksverket 2020b). Genom att inte förlita oss på en verkningsmekanism fullt ut utan variera och kombinera kan resistenta ogräs kontrolleras. Men det ska också sägas att fler och fler multiresistenta populationer rapporteras och i dessa fall måste andra metoder användas. Att använda sig av andra metoder kan vara att använda sig av IPM. Detta är dock lättare sagt än gjort. Många länder i Europa har en ensidig växtföljd med mycket stråsäd, raps och majs (Kraehmer 2016). Vi kan se att renkavle är ett ogräs som många länder har resistenta populationer av. Renkavlen återfinns ofta i höstsådd stråsäd vilket odlas i hela Europa.

De ogräs som har redogjorts för är de ogräs som har resistenta populationer i flest länder, stor ekonomisk betydelse eller har resistenta populationer i Sverige. De olika ogräsen har antingen samma resistenta mot samma verkningsmekanism eller mot olika beroende på vilket land de populationerna återfinns i. Exempel på ogräs som har resistenta populationer mot en och samma verkningsmekanism i hela Europa är baldersbrå, verkningsmekanism B, Kamomill, verkningsmekanism B och Nattskatta, verkningsmekanism C1 (weedsience 2020). Dessa verkningsmekanismer är vanliga att använda mot örtogräs.

Vanligare är det att ogräsen är resistent mot olika verkningsmekanismer beroende på land. Ett tydligt sådant exempel är Kanadabinka (*Conyza canadensis*). Det är främst resistent mot glyfosat i södra Europa medans det är mer varierat på kontinentaleuropa. Detta kan delvis förklaras med att kanadabinka har resistent populationer i fruktodlingar och olivodlingar runt medelhavsländerna där det är vanligt att man använder sig av glyfosat som herbicid (Sansom et al. 2013; Tahmasebi et al. 2018;). Ett annat ogräs som uppvisar många olika sorters resistenser är renkavle. Det har listats och nämnts som det ogräs som anses vara det besvärligaste i Europa. Detta för att den har lätt för att utveckla resistent populationer och mot många olika verkningsmekanismer (Moss et al 2007).

De länder som har tagits upp i rapporten tillhör alla EU förutom Norge och Storbritannien. Det ska dock sägas att Storbritannien våren 2020 gick ur vilket är precis vid starten av denna rapport. Alla EU-länder ska jobba med IPM (Jordbruksverket 2020a). De länder som det har hittats skrivelser om detta är i Sverige, Danmark och Norge. Detta betyder inte att det inte finns i de andra länderna. Informationen är olika svåråtkomliga beroende på språk. Lantbruken ser olika ut beroende på vilket land som står i fokus. På kontinentaleuropa är det inte ovanligt med ensidiga växtföljder med mycket stråsäd, raps och majs. Detta är möjligt på grund av pesticider som i sin tur selekterat fram resistent ogräs. Många av de viktigaste ogräsen återfinns i de flesta länder som tagit upp i denna rapport. I länderna Danmark, Frankrike, Tyskland och Storbritannien är spannmål, raps och majs viktiga ekonomiska grödor (Kraehmer 2016). Det ska också sägas att det ser olika ut inom länderna och att generalisera hur jordbruket ser ut kan ge en missvisande uppfattning.

De flesta ogräsresistenserna har hittats på weedscience.org. Det är en sida som HRAC grundat för att samla in information från olika länder i världen. Denna lista är inte komplett då det finns arter som har testats positiva för herbicidresistens men som inte finns inrapporterade på Weed Science (jordbruksverket 2020b). Det finns också ogräs som inte finns listade där. Weed science har kunnat styrkas med vetenskapliga artiklar och rapporter som testat de resistent ogräsen mot en verkningsmekanism som Weed Science har listat. Det är inte alla ogräs och verkningsmekanismer som har dubbelkollats men många av dem som har tagit upp i rapporten. En anledning till att detta var på grund av att många av rapporterna var på det ursprungliga språket som exempelvis franska, tyska eller polska. Detta skapar problem när inte all information blir tillgänglig på engelska. Det är viktigt att den informationen som finns ska kunna tas del av. Ett exempel är Polen. Där har de problem med resistent blåklint (*Centaurea cyanus*). Mycket av den forskning och information de har är på polska. Detta skapar problem då andra länder får svårt att ta del av den information de har då länder i framtiden kan få samma problem.

Antal arter inrapporterade kan bero på hur mycket man testat i landet. Det finns ett mörkertal om antalet ogräs inom arterna. Detta gör att i denna rapporten endast granskar antalet arter och inte antalet ogräs inom arten. Detta kan vara missvisande då ett land som har många arter registrerade kan uppfattas som om landet har mer problem än ett land som har få arter rapporterade. De första som uppmärksammar resistent ogräs är lantbrukarna. Där ser de direkt om det finns ogräs som inte påverkats av de bekämpningar som satts in. Om det beror på resistens, tolerans eller annat kan inte bestämmas på plats direkt men ett system för misstänkt herbicidresistens hade varit önskvärt.

För att få en större helhetsbild av problemet i Europa skulle det behövas gå på djupet i fler aspekter. I detta arbete rörde det ytligt om de olika ekonomiska aspekterna i ländernas ekonomi kring lantbruket. Att även ta hänsyn till kulturella aspekter i de olika länderna men även inom länderna hade gett en bredare förståelse för systemen. Det har heller inte gått in närmre på hur ett glyfosatförbud i EU skulle påverka kontrollen av herbicidresistent gräs. Det som kan nämnas är i alla fall att glyfosat är ett viktigt steg i bekämpningen av dessa ogräs som många länder använder till att kontrollera resistent herbicid.

## Slutsats

För att förebygga utvecklingen av resistent ogräs måste vi lära oss av historien. Där kan vi se att vi inte kan förlita oss på en verkningsmekanism och utvecklingen av nya verkningsmekanismer. Det är viktigt att i förebyggande åtgärder bekämpa ogräs genom att använda sig av IPM. Hur situationen ser ut i Europa beror på vart i Europa. Skillnad i klimatet gör att ogräsfloran ser olika ut. Vilka ogräs som uppvisar resistens beror även på vilka grödor som är vanliga att odla och hur ofta de odlas. För att få en bredare förståelse är det viktigt att länderna delar med sig av sin kännedom och sina resultat.




# Tack

Ett stort tack till min handledare Theo Verwijst och biträdande handledare Rikard Andersson från jordbruksverket.

## Referenser

- Adamczewski, K. & Kierzek, R. (2010). Cornflower (*Centaurea cyanus* L.) cross resistant on ALS inhibitors. *Progress in Plant Protection*, vol. 50 (1), ss. 285–290 Instytut Ochrony Roślin (Institute of Plant Protection).
- Aper, J., Riek, J.D., Mechant, E., Cauwer, B.D., Bulcke, R. & Reheul, D. (2010). The origin of herbicide-resistant *Chenopodium album*: analysis of genetic variation and population structure. *Weed Research*, vol. 50 (3), ss. 235–244
- Babineau, M., Mathiassen, S.K., Kristensen, M. & Kudsk, P. (2017). Fitness of ALS-Inhibitors Herbicide Resistant Population of Loose Silky Bentgrass (*Apera spica-venti*). *Frontiers in Plant Science*, vol. 8. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01660>
- Beckert, M. & Dessaux, Y. (2016). *Effects of Herbicide-Tolerant Crop Cultivation*. Dordrecht: Springer Netherlands. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-024-1007-5>
- Busi, R., Goggin, D.E., Heap, I.M., Horak, M.J., Jugulam, M., Masters, R.A., Napier, R.M., Riar, D.S., Satchivi, N.M., Torra, J., Westra, P. & Wright, T.R. (2018). Weed resistance to synthetic auxin herbicides. *Pest Management Science*, vol. 74 (10), ss. 2265–2276
- Chancellor, R.J. & Froud-Williams, R.J. (1986). Weed problems of the next decade in Britain. *Crop Protection*, vol. 5 (1), ss. 66–72
- Chauvel, B., Guillemin, J.-P., Gasquez, J. & Gauvrit, C. (2012). History of chemical weeding from 1944 to 2011 in France: Changes and evolution of herbicide molecules. *Crop Protection*, vol. 42, ss. 320–326
- Deprado, R., Romera, E. & Menendez, J. (1995). Atrazine Detoxification in *Panicum dichotomiflorum* and Target Site *Polygonum lapathifolium*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, vol. 52 (1), ss. 1–11
- Ducruet, J.M. & Ort, D.R. (1988). Enhanced susceptibility of photosynthesis to high leaf temperature in triazine-resistant *Solanum nigrum* L. Evidence for photosystem II D1 protein site of action. *Plant Science*, vol. 56 (1), ss. 39–48
- Fogelfors, H. (2015). *Vår mat*. 1:2 uppl. Lund, Studentlitteratur AB.
- Gianuzzi, M. (2018). Här lägger tyska lantbrukare krutet. *ATL*, 9 februari.
- Henriet, F., Bodson, B. & Morales, R.M. (2013). SILKY BENT GRASS RESISTANCE TO HERBICIDES: ONE YEAR OF MONITORING IN BELGIUM. Tillgänglig: <https://orbi.uliege.be/handle/2268/168369> [2020-04-24]
- HRAC (2020) *Herbicide Resistance Action Committee*. Tillgänglig: <https://hracglobal.com/> [2020-04-20]
- Jordbruksverket (2019) *Att förebygga växtskyddsproblem- en viktig del i integrerat växtskydd (IPM)* Tillgänglig: <https://www2.jordbruksverket.se/download/18.ba9742616aa4b5df73c7ca0/1557727722042/ovr487.pdf> [2020-05-16]
- Jordbruksverket (2020a). *Krav på godkänd utbildning och utrustning för att använda och hantera växtskyddsmedel*. Tillgänglig:

- <https://jordbruksverket.se/vaxter/odling/vaxtskydd/att-anvanda-vaxtskyddsmedel/krav-pa-godkand-utbildning-och-utrustning> [2020-05-31]
- Jordbruksverket (2020b). *Kemisk ogräsbekämpning 2020- Jordbruksverket*. Tillgänglig: <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/be20.html> [2020-05-13]
- Jordbruksverket (u.å). *Jordbruket i siffror*. Tillgänglig: <https://jordbruketisiffror.wordpress.com/> [2020-05-17]
- Keith, B.K., Lehnhoff, E.A., Burns, E.E., Menalled, F.D. & Dyer, W.E. (2015). Characterisation of *Avena fatua* populations with resistance to multiple herbicides. *Weed Research*, vol. 55 (6), ss. 621–630
- Keshtkar, E., Mathiassen, S.K., Moss, S.R. & Kudsk, P. (2015). Resistance profile of herbicide-resistant *Alopecurus myosuroides* (black-grass) populations in Denmark. *Crop Protection*, vol. 69, ss. 83–89
- Kraehmer, H. (2016). *Atlas of Weed Mapping*. John Wiley & Sons.
- Krstic, L., Merkulov, L. & Boza, P. (2002). The variability of leaf anatomical characteristics of *Solanum nigrum* L. (Solana-les, Solanaceae) from different habitats. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke*, (102), ss. 59–70
- Landbruks- og matdepartementet (2016). *Handlingsplan for barekraftig bruk av plantevernmidler 2016-2020* Tillgänglig: <https://www.regjeringen.no/contentassets/3a3421db98f24bc0abcee8061ff2552b/handlingsplan-for-barekraftig-bruk-av-plantevernmidler-2016-2020.pdf> [2020-06-01]
- Lundkvist, A. (2014). *Ogräskontroll på åkermark*. Tredje uppl Stockholm, E-print
- Marshall, R., Hull, R. & Moss, S.R. (2010). Target site resistance to ALS inhibiting herbicides in *Papaver rhoeas* and *Stellaria media* biotypes from the UK. *Weed Research*, vol. 50 (6), ss. 621–630
- Massa, D. & Gerhards, R. (2011). Investigations on herbicide resistance in European silky bent grass (*Apera spica-venti*) populations. *Journal of Plant Diseases and Protection*, vol. 118 (1), ss. 31–39 Verlag Eugen Ulmer KG.
- Matthews, G.A. (red.) (2018). *A history of pesticides*. Wallingford: CABI. DOI: <https://doi.org/10.1079/9781786394873.0000>
- Mattilsynet (2015). *Godkännandeintyg för användning av bekämpningsmedel* Tillgänglig: [https://www.mattilsynet.no/planter\\_og\\_dyrking/plantevernmidler/autorisasjonsbevis\\_for\\_bruk\\_av\\_plantevernmidler/](https://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/plantevernmidler/autorisasjonsbevis_for_bruk_av_plantevernmidler/) [2020-05-31]
- Miljøstyrelsen (2020). *Krav om uddannelse og autorisation*. Tillgänglig: <https://mst.dk/kemi/pesticider/anvendelse-af-pesticider/brugere-professionel-brug/uddannelse-og-autorisation/krav-om-uddannelse-og-autorisation/> [2020-05-31]
- Morejohn, L.C., Bureau, T.E., Mol  Bajer, J., Bajer, A.S. & Fosket, D.E. (1987). Oryzalin, a dinitroaniline herbicide, binds to plant tubulin and inhibits microtubule polymerization in vitro. *Planta*, vol. 172 (2), ss. 252–264
- Moss, S.R., Perryman, S.A.M. & Tatnell, L.V. (2007). Managing Herbicide-resistant Blackgrass (*Alopecurus Myosuroides*): Theory and Practice. *Weed Technology*, vol. 21 (2), ss. 300–309 Weed Science Society of America.
- Nandula, V.K. (2010). *Glyphosate Resistance in Crops and Weeds: History, Development, and Management*. Hoboken, UNITED STATES: Wiley. Tillgänglig: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/slub-ebooks/detail.action?docID=540102> [2020-05-16]
- Nationalencyklopedin (u.å) *herbicer* Tillgänglig: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/herbicer> [2020-04-24]

- Naturhistoriska riksmuseet (2017). *Den virtuella floran*. Tillgänglig: <http://linnaeus.nrm.se/flora/> [2020-05-13]
- Prado, R.A.D. & Franco, A.R. (2004). Cross-resistance and herbicide metabolism in grass weeds in Europe: biochemical and physiological aspects. *Weed Science*, vol. 52 (3), ss. 441–447 Weed Science Society of America.
- Prather, T.S., DiTomaso, J.M. & Holt, J.S. (2000). History, Mechanisms, and Strategies for Prevention and Management of Herbicide Resistant Weeds. vol. 52, s. 10
- Reade, J.P.H. & Cobb, A.H. (2010). *Herbicides and Plant Physiology*. Hoboken, UNITED KINGDOM: John Wiley & Sons, Incorporated. Tillgänglig: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/slub-ebooks/detail.action?docID=589163> [2020-04-01]
- University of California Resources (u.å) *Modes of Action*. Tillgänglig: <http://herbicidesymptoms.ipm.ucanr.edu/MOA/> [2020-05-18]
- Sabba, R.P. & Vaughn, K.C. (1999). Herbicides that inhibit cellulose biosynthesis. *Weed Science*, vol. 47 (6), ss. 757–763 Cambridge University Press.
- Saja, D., Rys, M., Stawoska, I. & Skoczowski, A. (2016). Metabolic response of cornflower (*Centaurea cyanus* L.) exposed to tribenuron-methyl: one of the active substances of sulfonylurea herbicides. *Acta Physiologiae Plantarum*, vol. 38 (7), s. 168
- Sansom, M., Saborido, A.A. & Dubois, M. (2013). Control of *Conyza* spp. with glyphosate – a review of the situation in Europe. *Plant Protection Science*, vol. 49 (No. 1), ss. 44–53
- Shaner, D.L. (2014). Lessons Learned From the History of Herbicide Resistance. *Weed Science*, vol. 62 (2), ss. 427–431 Weed Science Society of America.
- SLU (u.å) *Ogräsrådgivaren*. Tillgänglig: [https://ograsradgivaren.slu.se/artbest/vag3/kontrollatgard.cfm?Kontrollatgarde\\_id=1](https://ograsradgivaren.slu.se/artbest/vag3/kontrollatgard.cfm?Kontrollatgarde_id=1) [2020-05-07]
- Stokstad, G. & Puschmann, O. (2018). *Jordbruk og geografi. Jordbruksregioner og jordbruksdrift i Norge*. NIBIO. Tillgänglig: <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2559814> [2020-05-14]
- Svenskt Växtskydd (u.å) *Verkningsätt*. Tillgänglig: <https://www.svensktvaxtskydd.se/-verkningsstt> [2020-05-07]
- Tahmasebi, B.K., Alebrahim, M.T., Roldán-Gómez, R.A., Silveira, H.M. da, Carvalho, L.B. de, Alcántara-de la Cruz, R. & De Prado, R. (2018). Effectiveness of alternative herbicides on three *Conyza* species from Europe with and without glyphosate resistance. *Crop Protection*, vol. 112, ss. 350–355
- Torra, J., Rojano-Delgado, A.M., Rey-Caballero, J., Royo-Esnal, A., Salas, M.L. & De Prado, R. (2017). Enhanced 2,4-D Metabolism in Two Resistant *Papaver rhoeas* Populations from Spain. *Frontiers in Plant Science*, vol. 8. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01584>
- Trenning-Himmelsbach, A. (2018). Detta trender inom franskt lantbruk. *ATL*, 9 februari
- Ulber, L. (2014). Inheritance of ALS herbicide resistance in *Tripleurospermum perforatum*. (No.443), ss. 287–292 Julius Kühn Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen.
- Vats, S. (2015). Herbicides: History, Classification and Genetic Manipulation of Plants for Herbicide Resistance. I: Lichtfouse, E. (red.) *Sustainable Agriculture Reviews: Volume 15*. Cham: Springer International Publishing, ss. 153–192.
- Weedscience. (2020) *International herbicide-resistant weed database* Tillgänglig: <http://weedscience.org/Home.aspx> [2020-04-24]

- Wiese, A., Schulte, M., Theuvsen, L. & Steinmann, H.-H. (2018). Interactions of glyphosate use with farm characteristics and cropping patterns in Central Europe. *Pest Management Science*, vol. 74 (5), ss. 1155–1165
- Yu, Q., Ahmad-Hamdani, M.S., Han, H., Christoffers, M.J. & Powles, S.B. (2013). Herbicide resistance-endowing ACCase gene mutations in hexaploid wild oat ( *Avena fatua* ): insights into resistance evolution in a hexaploid species. *Heredity*, vol. 110 (3), ss. 220–231 Nature Publishing Group.

## Bilaga

*Tabell 1. Ogräsarter i Sverige som har rapporterats resistent mot vilka verkningsmekanismer.*

Art (vetenskapligt namn)	Art (svenskt namn)	Verkningsmekanism
<i>Alopecurus myosuroides</i>	Renkavle	A, A+B+N
<i>Apera spica-venti</i>	Åkerven	B, C2
<i>Centaurea cyanus</i>	Blåklint	B
<i>Chenopodium album</i>	Svinmålla	C1
<i>Cirsium arvense</i>	Åkertistel	O
<i>Galeopsis spp</i>	Dån	B
<i>Glebionis segetum</i>	Gullkrage	B
<i>Matricaria recutita</i>	Kamomill	B
<i>Papaver rhoeas</i>	Kornvallmo	B
<i>Polygonum lapathifolium</i>	Pilört	B
<i>Stellaria media</i>	Våtarv	B
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	Baldersbrå	B

*Tabell 2. Ogräsarter i Norge som har rapporterats resistent mot vilka verkningsmekanismer.*

Art (vetenskapligt namn)	Art (svenskt namn)	Verkningsmekanism
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Lomme	B
<i>Chenopodium album</i>	Svinmålla	C1, C2
<i>Matricaria recutita</i>	Kamomill	B
<i>Poa annua</i>	Vitgröe	C1
<i>Polygonum persicaria</i>	Åkerpilört	C1
<i>Senecio vulgaris</i> ,	Korsört	C1

<i>Sonchus asper</i>	Svinmolke	B
<i>Spergula arvensis</i>	Åkerspärgel	B
<i>Stellaria media</i>	Våtarv	B
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	Baldersbrå	B

Tabell 3. Ogräsarter i Danmark som har rapporterats resistenta mot vilka verkningsmekanismer.

Art (vetenskapligt namn)	Art (svenskt namn)	Verkningsmekanism
<i>Alopecurus myosuroides</i>	Renkavle	A, A+B+K1
<i>Apera spica-venti</i>	Åkerven	B, A+B
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Lomme	B
<i>Lolium multiflorum</i>	Italienskt rajgräs	A+B
<i>Lolium perenne</i>	Engelskt rajgräs	A+B
<i>Papaver rhoeas</i>	Kornvallmo,	B
<i>Stellaria media</i>	Våtarv	B
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	Baldersbrå	B

Tabell 4. Ogräsarter i Storbritannien som har rapporterats resistenta mot vilka verkningsmekanismer.

Art (vetenskapligt namn)	Art (svenskt namn)	Verkningsmekanism
<i>Alopecurus myosuroides</i>	Renkavle	B, C2, K1
<i>Amaranthus blitoides</i>	Skedamarant	C1
<i>Amaranthus blitum</i>		B
<i>Arabidopsis thaliana</i>	Backtrav	C1
<i>Avena fatua</i>	Flyghavre	A+B+Z
<i>Avena sterilis</i>	Storhavre	A+B+Z
<i>Chenopodium album</i>	Svinmålla	C1
<i>Conyza canadensis</i>	Kanadabinka	C1
<i>Epilobium ciliatum</i>	Vit dunört	C1, D
<i>Lolium multiflorum</i>	Italienskt rajgräs	C2, A, B, K3
<i>Matricaria discoidea</i>	Gatkamomill	C1
<i>Papaver rhoeas</i>	Kornvallmo	B
<i>Poa annua</i>	Vitgröe	C1, D
<i>Senecio vulgaris</i>	Korsört	C1

Solanum nigrum	Nattskatta	C1
Sonchus asper	Svinmolke	B
Stellaria media	Våtarv	B, O
Tripleurospermum perforatum	Baldersbrå	B

Tabell 5. Ogräsarter i Tyskland som har rapporterats resistent mot vilka verkningsmekanismer.

Art (vetenskapligt namn)	Art (svenskt namn)	Verkningsmekanism
Alopecurus myosuroides	Renkavle	A, B, A+C2, A+B+C2+K3, A+B
Amaranthus retroflexus	Svinamarant	B, C1+C2
Apera spica-venti	Åkerven	C2, B, A+B+C2
Atriplex patula	Vägmålla	C1
Avena fatua	Flyghavre	A, A+B
Bromus sterilis	Sandlosta	A, B
Chenopodium album,	Svinmålla	C1
Chenopodium ficifolium	Fikonmålla	C1
Chenopodium polyspermum	Fiskmålla	C1
Echinochloa crus-galli	Hönshirs	B
Epilobium tetragonum	Kantdunört	C1
Galinsoga ciliata	Hårgängel	C1
Lolium perenne	Engelskt rajgräs	A+B
Matricaria recutita	Kamomill	B
Papaver rhoeas	Kornvallmo	B
Poa annua	Vitgröe	C1
Polygonum convolvulus	Åkerbinda	C1
Polygonum lapathifolium	Pilört	C1
Senecio vulgaris	Korsört	C1
Solanum nigrum	Nattskatta	C1
Stellaria media	Våtarv	B, C1
Tripleurospermum perforatum	Baldersbrå	B



Tabell 6. Ogräsarter i Frankrike som har rapporterats resistent mot vilka verkningsmekanismer.

Art (vetenskapligt namn)	Art (svenskt namn)	Verkningsmekanism
<i>Alopecurus myosuroides</i>	Renkavle	A, B, A+B
<i>Amaranthus blitum</i> ,		C1
<i>Amaranthus hybridus</i>		C1
<i>Amaranthus powellii</i> ,		C1
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Svinamarant	C1
<i>Apera spica-venti</i>	Åkerven	B
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	Sandnarv	C1
<i>Avena fatua</i>	Flyghavre	A, B
<i>Avena sterilis</i>	Storhavre	B
<i>Avena Ludoviciana</i>	Storhavre	A
<i>Bromus sterilis</i>	Sandlosta	B
<i>Bromus tectorum</i>	Taklosta	C1
<i>Chenopodium album</i>	Svinmålla	C1
<i>Chenopodium polyspermum</i>	Fiskmålla	C1
<i>Conyza canadensis</i>	Kanadabinka	C1, C2
<i>Conyza sumatrensis</i>	Sumatrabinka	G, B, B+G
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Blodhirs	C1, A, B
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Hönshirs	C1, B
<i>Echinochloa phyllopogon</i>		B
<i>Epilobium tetragonum</i>	Kantdunört	C1
<i>Galinsoga parviflora</i>	Gängel	B
<i>Helianthus annuus</i>	Solros	B
<i>Lolium multiflorum</i>	Italienskt rajgräs	A, A+B, K3
<i>Lolium rigidum</i>	Styvrepe	A, G, B
<i>Papaver rhoeas</i>	Kornvallmo	B, O, B+O
<i>Poa annua</i>	Vitgröe	C1, B
<i>Poa trivialis</i>	Kärrgröe	B
<i>Polygonum hydropiper</i>	Bitterpilört	C1
<i>Polygonum lapathifolium</i>	Pilört	C1
<i>Polygonum persicaria</i> ,	Åkerpilört	C1
<i>Rumex obtusifolius</i>	Tomtskräppa	B
<i>Senecio vulgaris</i>	Korsört	C1, B
<i>Setaria pumila</i>	Grå kavelhirs	C1

Setaria viridis	Kavelhirs	C1, B
Solanum nigrum	Nattskatta	C1
Sonchus asper	Svinmolke	C1, B
Stellaria media,	Våtarv	B
Tripleurospermum perforatum	Baldersbrå	B

---